

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 05072433
PUBLICATION DATE : 26-03-93

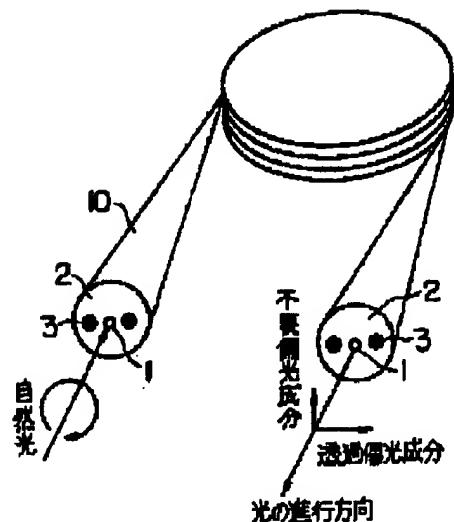
APPLICATION DATE : 17-09-91
APPLICATION NUMBER : 03236598

APPLICANT : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD;

INVENTOR : TANAKA SHIGERU;

INT.CL. : G02B 6/16

TITLE : OPTICAL FIBER POLARIZER



ABSTRACT : PURPOSE: To provide the optical fiber polarizer of a high extinction ratio and low excess loss.

CONSTITUTION: Stress imparting parts 3 are provided in a clad 2 around a core 1. The optical fiber is constituted by using GeO_2 , SiO_2 for the core 1, SiO_2 for a clad 2 and B_2O_3 , SiO_2 for the stress imparting parts 3. The specific refractive index difference of the core 1 is specified to $\Delta 0.17\%$, the diameter of the core 1 after fiber formation to $5.5\mu\text{m}$, the diameter of the stress imparting parts 3 to $35\mu\text{m}$ and the spacing between the stress imparting parts 3 to 77m . The specific refractive index difference of the core 1 and clad 2 of such double refractive optical fiber is $\geq 0.13\%$ and $\leq 0.24\%$ and the double refractive index thereof is $\geq 8 \times 10^{-4}$ and, therefore, the optical fiber polarizer having the high extinction ratio and low excess loss is obtd. when this fiber is bent to a coil shape and formed as the optical fiber polarizer.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-72433

(43)公開日 平成5年(1993)3月26日

(51)Int.Cl.⁸
G 0 2 B 6/16

識別記号
3 0 1

府内整理番号
7036-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全5頁)

(21)出願番号 特願平3-236598

(22)出願日 平成3年(1991)9月17日

(71)出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72)発明者 久保 祐二

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 笹岡 英資

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 高城 政浩

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内

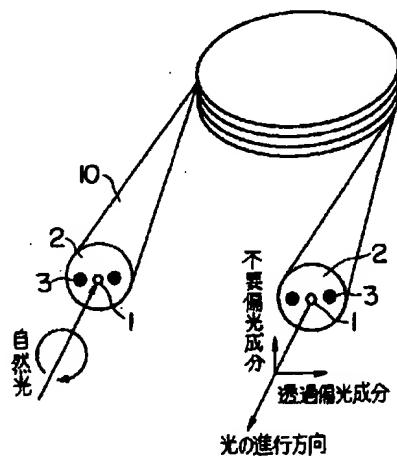
(74)代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光ファイバ偏光子

(57)【要約】

【目的】 本発明は、高消光比かつ低過剰損失の光ファイバ偏光子を提供することを目的とする。
【構成】 コア(1)の周囲のクラッド(2)中には応力付与部(3)が設けられている。コア(1)にGeO₂・SiO₂を、クラッド(2)にSiO₂を、応力付与部(3)にはB₂O₃・SiO₂を用いて光ファイバを構成した。なお、コア(1)の比屈折率差 $\Delta = 0.17\%$ 、ファイバ化後のコア(1)の直径 $5.5\mu\text{m}$ 、応力付与部(3)の直径 $3.5\mu\text{m}$ 、応力付与部(3)の間隔を $7\mu\text{m}$ とした。この複屈折光ファイバのコア(1)とクラッド(2)の比屈折率差は 0.13% 以上 0.24% 以下、複屈折率は 8×10^{-4} 以上であるため、そのファイバをコイル状に曲げて光ファイバ偏光子とした場合に、高消光比・低過剰損失の光ファイバ偏光子を得ることが可能となる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 偏波面が直交する二偏波間で伝搬定数が異なる複屈折光ファイバをコイル状に曲げて形成する光ファイバ偏光子において、前記複屈折光ファイバのコアとクラッドの比屈折率差が0.13%以上0.24%以下であることを特徴とする光ファイバ偏光子。

【請求項2】 前記複屈折光ファイバが有する複屈折率が、 8×10^{-4} 以上である請求項1記載の光ファイバ偏光子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光ファイバセンサ用あるいは光通信用部品などに用いられ、無偏光な光から直線偏光を取り出す光ファイバ偏光子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 偏光子は、従来バルク型の偏光子が主に使用されていたが、光軸合わせの組立て性・取扱い性などの点で光ファイバ偏光子に代わりつつある。なぜなら、従来のバルク型偏光子をファイバセンサに用いるためには、光ファイバとの光の結合のためにレンズを用いなければならないが、振動や熱等により容易に光学軸がずれて光量が変動するので、センサシステムの信頼性が乏しいという問題があるからである。

【0003】 この光ファイバ偏光子としては、例えば特開昭62-87906号公報に示されるような複屈折光ファイバを用いるものがある。この光ファイバでは、中心部のコアを両側から挟むように、クラッド中に一对の応力付与部が埋め込まれている。そして、この光ファイバ(PANDAファイバ)をコイル状に巻回することにより、光ファイバ偏光子が構成されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の偏波保持光ファイバでは、光ファイバ偏光子として動作するには不十分であり、具体的には、消光比を大きくしようとすると過剰損失もまた大きくなってしまうという問題があった。また、温度変化に対してLDやSLDなどの光源の中心波長が波長変動を起こすので、これにより消光比や過剰損失に関する特性が劣化してしまうという問題があった。

【0005】 そこで本発明は、高消光比かつ低過剰損失であって、しかも入射光の波長変動によっても、これらの特性が劣化しない光ファイバ偏光子を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明の光ファイバ偏光子は、直交する二つの直線偏光光に対する伝搬定数が異なる複屈折光ファイバをコイル状に曲げて形成されるものであり、上記の複屈折光ファイバは、コアとクラッド

2

の屈折率をそれぞれ n_1 、 n_2 として定義する比屈折率差

$$\Delta = (n_1^2 - n_2^2) / 2 n_1^2$$

が0.13%以上0.24%以下であることを満足する。

【0007】

【作用】 光ファイバ偏光子は、複屈折ファイバを巻回して偏波面が直交する二偏波間に損失差を持たせ、一方の偏波のみを取り出すものであるが、この直交する二偏波

間の損失差は、コアとクラッドの比屈折率差 Δ と、コアに生じる複屈折率 B により調節できる。一方、直交する二偏波の各々の曲げ損失が1dBとなる波長(λ_{cx} 、 λ_{cv})の差 $\Delta\lambda$ を広くできれば、消光比を大きくしても過剰損失は大きくならない。ここで、上記の Δ 、 B 、 $\Delta\lambda$ の間に図3に示す関係があり、本発明はこれに着目して、比屈折率差 Δ を0.24%以下とすることで波長差 $\Delta\lambda$ を広くし、高消光比と低過剰損失を可能にしている。なお、比屈折率差 Δ を0.13%以上とすることで、ファイバとしての光閉じ込め効果を維持している。

【0008】

【実施例】 本発明の原理と、その実施例を、図面を参照してより具体的に説明する。

【0009】 図1は本発明に係る光ファイバ偏光子の構成図であり、図2はこれに用いられる複屈折ファイバの断面図である。図1の通り、光ファイバ偏光子は複屈折ファイバ10をコイル状に巻いて形成される。一方、複屈折率光ファイバは応力付与部によってコア1に複屈折率を生じさせる構造となっており、図2(a)、(b)のように構成される。図2(a)は、複屈折率ファイバの一例の断面図であり、コア1を両側から挟むように、クラッド2中には円形状の一対の応力付与部3が設けられている。この応力付与部3は、例えば同図(b)に示されるように、扇状に変形していくてもよく、コア1において所望の複屈折率を与える構造であれば、光ファイバ偏光子として用いるに際して問題はなく、したがって同図(a)、(b)の形状に限定されるものではない。

【0010】 上記構造の光ファイバ偏光子において、複屈折率ファイバの消光比を大きくすると、過剰損失が大きくなる問題点があることは、本発明の解決すべき課題として前述した通りである。ところで、光ファイバ偏光子は、複屈折ファイバをコイル状に曲げて直交する二偏波(x偏波とy偏波)間に損失の差を持たせ、一方の偏波(x偏波)のみを取り出す素子であるから、消光比と過剰損失が同時に大きくなる前述の問題は、偏波面が直交する二偏波間での損失差が小さいことに起因していることがわかる。そして、この直交二偏波間の損失差は、コアとクラッドの屈折率をそれぞれ n_1 、 n_2 としたときの比屈折率差

$$\Delta = (n_1^2 - n_2^2) / 2 n_1^2$$

と、コアに生じる複屈折率 B により、所望の値に調整す

ることが可能となる。

【0011】一方、直交二偏波の曲げ損失が1dBとなる波長をそれぞれ λ_{cx} 、 λ_{cy} とすると、曲げ損失の差が大きいということは、これらの波長差

$$\Delta\lambda = \lambda_{cx} - \lambda_{cy}$$

が広いということと等価になる。よって、波長差 $\Delta\lambda$ を広くすることができれば、消光比を大きくしても（曲げ回数を増やしても）過剰損失は大きくならないので、偏光子として動作することが可能になることがわかる。

【0012】そこで、本発明者は比屈折率差 Δ 、複屈折率 B 、および波長差 $\Delta\lambda$ との関係を検討した結果、図3に示す関係があることを見出した。図3より、比屈折率差 Δ が小さい程、同じ複屈折率 B であっても波長差 $\Delta\lambda$ は広がっているので、消光比を大きくしても過剰損失は大きくならず、したがって偏光子特性としては有利であることがわかる。しかし、コアとクラッドの比屈折率差 Δ を過剰に小さくすると、コアにおける光閉じ込め効果が失われて、光ファイバとしての安定した光の伝送ができず、損失が大きくなる。

【0013】したがって、本発明の光ファイバ偏光子としては、同図より、比屈折率差 Δ の上限は、 $\Delta\lambda > 150\text{nm}$ が得られる 0.24% 以下、また、比屈折率差 Δ の下限は、複屈折率光ファイバを巻回して構成される偏光子としての実用上の取扱いで損失が大きくならない限界の 0.13% と判明した（図中、斜線で示す範囲）。なお、この時に必要な最低限度の複屈折率 B は 8×10^{-4} である。

【0014】以上の結果から、偏光子として動作するファイバの最適な比屈折率差 Δ の値が 0.13% 以上 0.24% 以下であるとを見出だした。このように、複屈折率光ファイバの構造パラメータを定めることにより、複屈折率光ファイバを曲げて光ファイバ偏光子を構成すると、大きな消光比および小さい過剰損失の両方を満足する偏光子が製造可能となる。また、波長差 $\Delta\lambda$ の値をある程度以上（具体的には 150nm 以上）の大きさとすることで、光源の中心波長の変動（例えば温度による変動）によっても、高消光比および低過剰消失の特性が劣化しない光ファイバ偏光子が製造可能となる。

【0015】以下、具体的な実施例に基づき、更に詳細に説明する。

【0016】図2(a)において、コア1とクラッド2の比屈折率差 Δ は 0.17% 、ファイバ化後のコア1の直径を $5.5\mu\text{m}$ 、応力付与部3の直径を $3.5\mu\text{m}$ 、応力付与部3の間隔を $7\mu\text{m}$ とした。また、コア1は $\text{GeO}_2 \cdot \text{SiO}_2$ で、クラッド2は SiO_2 で、応力付与部3には $\text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ でそれぞれ構成されている。コア1およびクラッド2の組成は、例えば、コア1

を $\text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{SiO}_2$ 、クラッド2を SiO_2 とした組合せ、あるいはコア1を SiO_2 、クラッド2を $\text{F} \cdot \text{SiO}_2$ とした組合せも考えられ、コア1とクラッド2間の比屈折率差 Δ が所定の値になればよい。また、コア1に複屈折効果を与える材料としては、 B_2O_3 の他に Al_2O_3 も考えられる。さらに、 $\text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ に GeO_2 （または P_2O_5 ）を添加し、クラッド2と応力付与部3の屈折率を一致させると、曲げ損失に悪影響を与える屈折率段差がなくなり効果的である。

10 【0017】上記の構造パラメータを持つ母材を製造し、クラッド2の外径を $125\mu\text{m}$ として線引きした。得られたファイバの複屈折率 B は 1.1×10^{-3} であった。その後、このファイバを 30mm の円形リールに10回巻き、直交二偏波の曲げ損失波長特性を調べた。図4は、その結果を示す図である。図示されるように、実用上、十分な偏光子特性である消光比 30dB 以上、過剰損失 1dB 以下となる波長域は $805\text{~}875\text{nm}$ という広帯域の動作波長を持つ偏光子が得られた。この時の $\Delta\lambda$ は 200nm となる。

20 【0018】また、中心波長 840nm のSLD（半幅 10nm ）を用いて特性を評価したところ、消光比 33dB 、過剰損失 0.1dB であった。このSLDは、 -30°C ～ $+80^\circ\text{C}$ の温度変化に対し中心波長が $\pm 2.5\text{nm}$ 変動するが、上記の光ファイバ偏光子は広帯域の動作波長をもっているため、温度変化に対しても特性の劣化は全く見られなかった。

【0019】

【発明の効果】以上説明したように、本発明による光ファイバ偏光子によれば、構造パラメータのうちの比屈折率差 Δ の適切な設定により、高消光比かつ低過剰損失を同時に実現できる。また、偏光子としての動作波長域も広いので、温度変化により光源の中心波長がずれても特性上安定であり、光ファイバセンサ用あるいは光ファイバ通信用部品として有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光ファイバ偏光子の構造を示す図である。

【図2】本発明の光ファイバ偏光子に用いる複屈折率ファイバの断面図である。

40 【図3】比屈折率差をパラメータとした時の曲げ損失差と複屈折率の関係を示す図である。

【図4】具体的な実施例に係る光ファイバ偏光子の特性を示す図である。

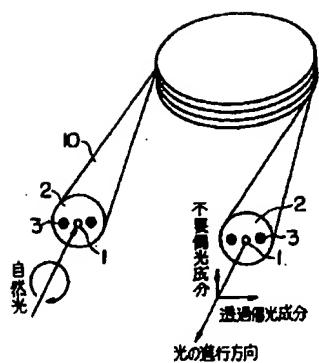
【符号の簡単な説明】

1…コア

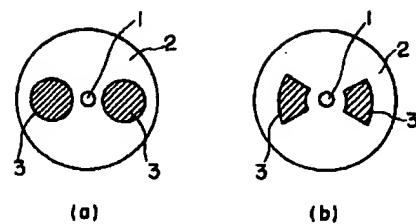
2…クラッド

3…応力付与部

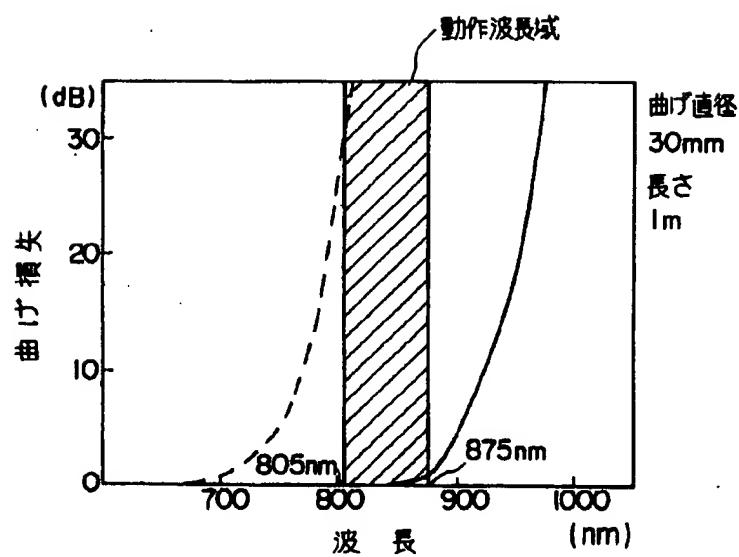
【図1】



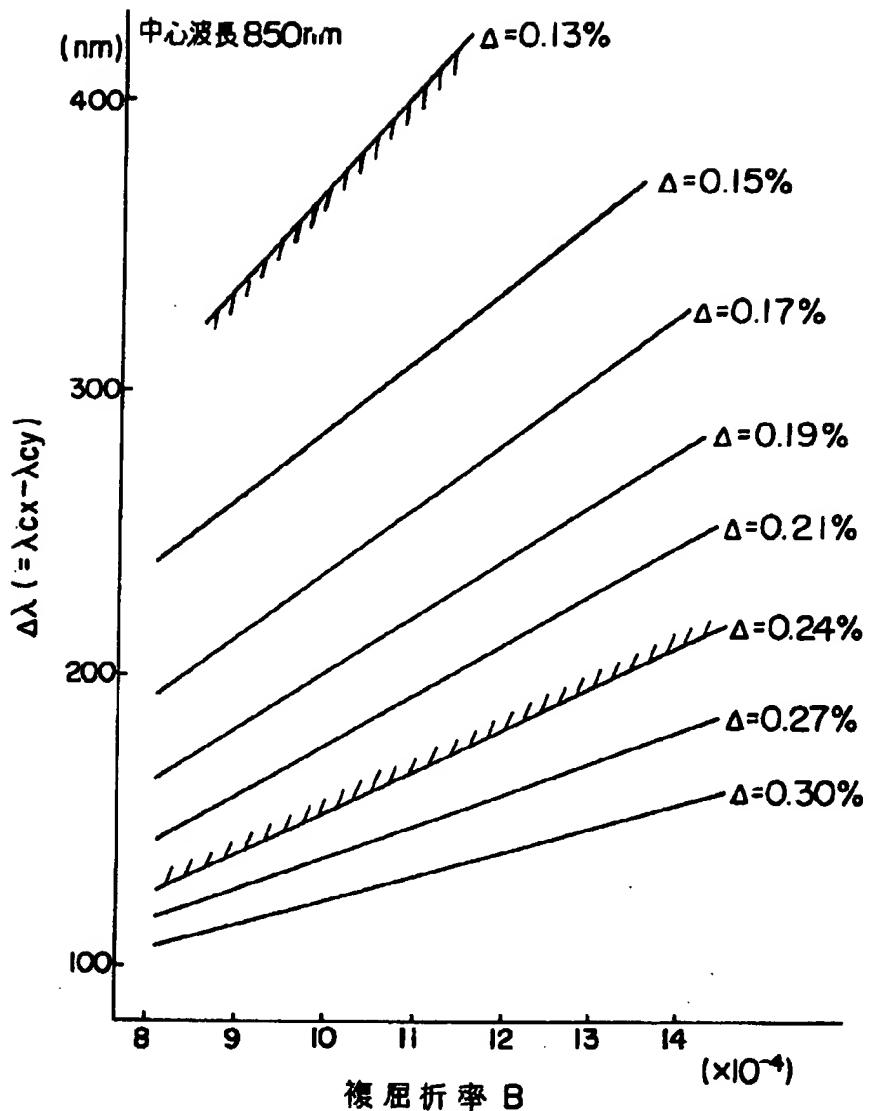
【図2】



【図4】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 菅沼 寛

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 田中 茂

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内